



碳匯，有「草」開始

文圖/郭雅紋

- ▲ 特定草類宜逐年分區種植在果樹行間，避免過於分散被園內雜草覆蓋

「碳匯」(Carbon Sink)指可固定及吸存二氧化碳的場域，多數認為海洋、土壤及森林是地球上主要的自然碳匯潛力場域。土壤不是直接吸收二氧化碳，是透過植物光合作用，將二氧化碳固定下來成為植物體質，隨著植物死亡與代謝回歸土壤，再經由腐植化作用成為土壤有機質。目前已知透過適當土壤管理措施，如草生栽培、有機友善栽培、低耕犁等，讓土壤有機物增加或減少土壤擾動降低有機質分解速度，可維持較高的土壤碳量。

【強化水土保持與培養地力 初始的草生栽培策略】

早年，農人嫉「草」如仇，草曾經一度被視為不能存在物，有草代表疏於管理。為利於耕作，除草劑被視為偉大發明，它大大降低人

工成本，也提高作物單位面積產量。邇來，越來越多報告指出除草劑可能對人體健康與環境有負面影響，不用除草劑，改以人工除草，或行草生栽培，變成農產品銷售賣點。草生栽培(或稱覆蓋作物)起源應追溯至水土保持概念，臺灣坡地以果園為主，水土保持早在民國40年中國農村復興聯合委員會創辦就進行，其中覆蓋作物有其重要性，60年啟動示範計畫，以百喜草為最佳水土保持植物。87年本場執行「合理化施肥措施水庫集水區土壤肥培改進計畫」，於海拔2,000公尺的梨山、武陵及松崗溫帶果樹果園進行草生栽培觀察試驗，利用苕子作為果園綠肥栽培作物，可周年覆蓋果園，有保水、保肥、抑制其他草類生長功能，隨後陸續於山坡地和平地果園進行多年生花生、埃及三葉草及大豆等豆科作物覆蓋推廣。綜整土壤分析資料顯示，實行覆蓋作物的果園土壤有機質確實有增加現象，且可以降低土壤總體密度，提高土壤孔隙。



果園實行淨耕將造成土壤有機碳損失

【草生栽培草類選擇 單一朝向多元在地】

草生栽培早期以水土保持和培養地力觀點出發，又為了打破其會與主作物競爭養分及水分、成為病蟲寄主及蛇躲藏場所觀念，多推薦單一草種，保持整齊美觀，並運用根瘤菌共生豆科植物固定空氣中的氮素，降低養分競爭。當年，從休耕田推薦的綠肥著手，選擇覆蓋速度快、種子供應無虞的種類，如苕子。當時綠肥種子以進口為主，臺南區農業改良場將大豆育種方向轉向綠肥利用，於88、91年培育出適合臺灣的綠肥大豆品種，推出綠肥大豆台南4號及台南7號，應用於果園草生栽培。隨後發展原生草種的選留，優勢草相就地利用沒有環境適應問題，留下適合的原生草類做為地表長期覆蓋。近年，除蠅翼草、穗花木蘭等豆科植物外，非豆科植物應用為覆蓋作物亦常見，高雄區農業改良場曾進行金腰箭舅、紅葉滿天星、孔雀草、心葉水薄荷等作為果園草生栽培之潛力研究，臺東區農業改良場評估馬蹄金、怡心草、匍根大戟、越橘葉蔓榕等適應性，同時發展草毯技術，克服草類移植存活率和管理成本問題。

草生栽培推行成功，需具備栽培省工、成活率高、覆蓋速度快、覆蓋期長、病蟲害少、耐踐踏、越冬性佳及種原供應無虞。草生栽培建立應循序漸進，可採逐年分區種植在果樹行間，先將草種集中種植，一方面降低成本，一方面作為適應力觀察試驗；先讓特定草類大量生長，當達覆蓋率後，可抑制其他雜草，再擴散種植到其他園區，可避免過於分散種植，被果園內雜草覆蓋。

【科技助草生栽培增匯驗證】

目前被廣泛接受的是假定土壤有機質含有58%的含碳有機物，維持或增加土壤有機質可以顯示管理措施的土壤碳匯效應。101年本場於葡萄園進行草生栽培對土壤碳匯的影響，評估期間綠肥大豆、多年生花生試區土壤有機質含量的終止值明顯高於初始值，反映土壤有機碳含量呈增加趨勢，而現地優勢草種試區土壤有機質無顯著變化，農民慣行(淨耕)試區土壤有機質含量降低。經加入土壤總體密度量測資料計算，綠肥大豆、多年生花生、現地優勢草種、農民慣行(淨耕)試區每公頃固碳量分別為1.24、0.84、0、-0.79公噸。以植物對二氧化碳固定效果亦可做為評估方法，由內政部建築研究所「綠建築評估手冊-基本型」綠化量指標「植物固碳當量 G_i ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$)」中可得知各植栽二氧化碳固定量，其數值代表各植物在環境中每平方

公尺綠地的二氧化碳固定效果。另外110年起特有生物研究保育中心(現稱生物多樣性研究所)於南投縣中寮鄉針對慣行栽培(使用除草劑)及友善草生栽培的香蕉園進行生態系尺度碳通量研究，遮罩量測結果顯示，草生栽培的香蕉園年固碳量高於慣行香蕉園10-150倍。

農業部積極以可量測、可報告與可查證(Measurable, Reportable, Verifiable, MRV)原則建置與評估相關土壤管理制度之可信度，以目前研究結果顯示，應用草生栽培增加碳量非常可行，將會是農業淨零的開端。



草生栽培草類選擇多元，柑桔園採原生草種選留(左上)、星蘋果果園運用心葉水薄荷為覆蓋作物(左中)、紅龍果園選擇多年生花生覆蓋地表(左下)、葡萄園以地毯草為地被(右)